

**ACTUALIZACIÓN DE LAS TARJETAS MAESTRAS DE LAS LÍNEAS DE
PRODUCCIÓN DE CRISTAR S.A.S**

JUAN FELIPE LÓPEZ MEDINA

1088335477

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PEREIRA, RISARALDA

DICIEMBRE 2017

**ACTUALIZACIÓN DE LAS TARJETAS MAESTRAS DE LAS LÍNEAS DE
PRODUCCIÓN DE CRISTAR S.A.S**

JUAN FELIPE LÓPEZ MEDINA

1088335477

**PRÁCTICA CONDUCENTE A TRABAJO DE GRADO
INGENIERÍA MECÁNICA**

DIRECTOR:

PhD. JOSÉ LUIS TRISTANCHO REYES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PEREIRA, RISARALDA

DICIEMBRE 2017

Nota de aceptación:

Firma del director del proyecto

Pereira, diciembre de 2017

DEDICATORIA

Primordialmente a mis padres y mi abuela que son los que me han apoyado en esta y en todas las etapas de mi vida, ellos han sido quienes me dan fortaleza en los momentos de inseguridad y ganas cuando he querido desfallecer.

A Jorge Valverde y Fernando Gordillo mis tutores en esta etapa laboral, mis maestros en esta materia llamada reparación máquinas que no se encontraba en mi pensum hasta el anterior semestre.

A todos los docentes que contribuyeron en mi formación como un profesional integral; que compartieron sus conocimientos conmigo y me brindaron la capacidad de resolver problemas reales.

Juan Felipe López Medina

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Planteamiento del Problema	9
1.2 Justificación	9
1.3 Objetivo General	10
1.4 Objetivos Específicos	10
2. MARCO REFERENCIAL	11
2.1 Mantenimiento.	11
2.2 Vidrio.	12
2.3 Cristar	12
2.3.1 Directrices: política de calidad.	14
2.3.2 Reglas de calidad.	14
2.3.3 Objetivos estratégicos.	15
2.4 FMU	15
2.4.1 Recursos mecánicos.	16
2.4.2 Recursos tecnológicos.	16
2.4.3 Recursos humanos.	16
2.5 Reparación máquinas.	16
3. HERRAMIENTAS VIRTUALES UTILIZADAS EN EL MANTENIMIENTO. 18	
3.1 SIP.	18
3.2 Hoja de vida.	18
3.3 Ficha técnica o tarjeta maestra.	19
3.4 Tareas programadas y preventivas.	21

4. RECOLECCIÓN DE DATOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.	22
4.1 Agitadores.	22
4.2 Feeder.	23
4.2.1 Sistema rotacional de tubo.	24
4.2.2 Control de altura de tubo.	25
4.2.3 Diferencial alimentador.	26
4.3 Equipo de entrega.	27
4.4 Formadora.	28
4.4.1 Formadora prensa.	28
4.4.2 Formadora H-28.	29
4.5 Sacador.	30
4.5.1 Sacador neumático.	30
4.5.2 Sacador mecánico.	31
4.6 Conveyors.	32
4.7 Cargador y descargador stretch.	33
4.8 Stretch.	33
4.9 Cargador y descargador re-quemadora.	35
4.10 Re-quemadora.	36
4.5.1 Re-quemadora eldred.	36
4.5.2 Re-quemadora prensa.	37
4.11 Stacker.	38
 5. LUBRICACIÓN.	 39
5.1 Mobil Gear 600 XP 460.	39
5.2 H y D Bio 220.	39
5.3 Biosol blue.	40
5.4 Proquimsa.	40

6. REDISEÑO DEL FORMATO PARA PRESENTACIÓN DE LAS TARJETAS MAESTRAS.	40
7. IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE BASE DE DATOS ACCES PARA ACCEDER A LA INFORMACIÓN RELEVANTE DEL ÁREA.	42
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
9. BIBLIOGRAFÍA	45

1. INTRODUCCIÓN

Cristar S.A. es una planta de vidrio de la multinacional O-I (Owens Illinois), ubicada en el municipio de Guadalajara de Buga. Cristar es una planta diferente de las otras 86 plantas de O-I debido a que esta gran empresa es la primera productora de envases a nivel mundial. Se dice que de cada cuatro envases de vidrio que hay 3 son producidos por O-I, pero Cristar no se dedica a la producción de envases como tal sino a la producción de “cristalería” obras de vidrio para la mesa.

El hecho de que esta planta produzca productos diferentes a el resto implica que su maquinaria sea totalmente diferente (Cristar produce sus obras con máquinas rotativas prensa y H-28 mientras las demás plantas trabajan con máquinas IS que son lineales). El software de mantenimiento que utiliza la multinacional es funcional solo para máquinas IS, por tanto, el mantenimiento como se realiza en Cristar también es único y depende de la experiencia de sus empleados y de los conocimientos que ellos han venido transfiriendo. A lo largo de los años las máquinas se han venido modificando y ha cambiado gran parte de su estructura con mejoras que se hacen para facilitar el mantenimiento de las mismas.

El área de reparación máquinas en Cristar es un área de servicios para las máquinas en formación. Allí se encargan de brindarle mantenimiento a las 8 líneas de producción de la planta en los cambios de referencia día a día. Los cambios de referencia se dan cuando una máquina va a producir un tipo de obra diferente y esto requiere cambiar parámetros en los equipos variables de la maquinaria (Estas son las paradas programadas que tiene la planta). Los cambios de referencia duran entre 40 y 80 minutos y en este corto tiempo se deben de suplir las necesidades de mantenimiento de cada equipo, lo que hace necesario un buen planeamiento de los trabajos a realizar ya sean preventivos, predictivos o programados.

Si no hay una buena planeación del trabajo para los cambios de referencia, es posible se sufran paradas inesperadas generando indicadores de mantenimiento correctivo que generan tiempos perdidos no programados y que entorpecen la producción.

1.1 Planteamiento del problema

La información de mantenimiento que posee el área de reparación máquinas está plasmada en documentos virtuales y físicos, y la información clave de las líneas de producción pertinente a el área está plasmada en unos documentos en Word llamados hojas de vida, Estos poseen información clave de acoples, sprockets, poleas, correas, ejes entre otros. En variadas ocasiones se presentan inconvenientes debido a que se alistan los repuestos para los cambios de referencia con base en las hojas de vida y cuando se va a hacer la reposición de dicho repuesto resulta no ser de la medida adecuada.

Esto genera demoras en el cambio de proceso y reportes de indicadores de gestión negativos para el área de servicios, reparación máquinas. Debido a esto es claro que hay una necesidad de cambio de información para no seguir generando estos tiempos perdidos.

1.2 Justificación

La compañía a nivel mundial es medida por sus ganancias, pero también a través de indicadores de gestión que se evidencian en el SIP. Indicadores tales como tiempos perdidos, accidentes, demoras, reprocesos entre otros. En nuestro caso específico se debe de buscar reducir los tiempos perdidos y para ello se hace necesario tomar muchas medidas cada vez referentes al mantenimiento que permitan mejorar y agilizar las tareas, ya sea a través de cambios en las máquinas o a través de cambios en la administración del mantenimiento.

1.3 Objetivo General

Actualizar las llamadas hojas de vida de las máquinas, generando tarjetas maestras confiables y fáciles de manipular

1.4 Objetivos Específicos

- Reconocer claramente las 8 líneas de producción de Cristar S.A. Conocer todos os mecanismos y equipos.
- Aprovechar los cambios de referencia para verificar datos claves de los mecanismos que están plasmados en las hojas de vida
- Rediseñar el formato de presentación de las hojas de vida, pasando a tener tarjetas maestras.
- Mejorar la visualización de la información del área implementando bases de datos que permitan acceder a la información necesitada por el área más fácilmente.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MANTENIMIENTO

Se entiende por Mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo. Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades: [3]

- Prevenir y/o corregir averías.
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones.
- Aspecto económico (costes).

En los años 70, en Gran Bretaña nació una nueva tecnología, la Terotecnología (del griego conservar, cuidar) cuyo ámbito es más amplio que la simple conservación: "La Terotecnología es el conjunto de prácticas de Gestión, financieras y técnicas aplicadas a los activos físicos para reducir el "coste del ciclo de vida". El concepto anterior implica especificar una disponibilidad de los diferentes equipos para un tiempo igualmente especificado. [3]

Todo ello nos lleva a la idea de que el mantenimiento empieza en el proyecto de la máquina. En efecto, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica a aportar por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha; estas actividades cuando son realizadas con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia. A ese estado nos referimos durante la vida de la máquina cada vez que hagamos evaluaciones de su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones. [3]

Son misiones de mantenimiento:

- La vigilancia permanente y/o periódica.
- Las acciones preventivas.

- Las acciones correctivas (reparaciones).
- El reemplazamiento de maquinaria.
- La Función Mantenimiento en la Empresa

Los objetivos implícitos son:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar
- la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

2.2 VIDRIO

El vidrio es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el ser humano. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo. [1]

El vidrio se obtiene a temperaturas entre 1500 -1600 °C a partir de arena de sílice ~70 % (SiO_2), carbonato de sodio ~14% (Na_2CO_3) y caliza ~16% (CaCO_3). Además, contiene en parte de la mezcla Alúmina ~4% (Al_2O_3) y vidrio reciclado que abarata los costos de producción. [1]

El término "cristal" es utilizado muy frecuentemente como sinónimo de vidrio, aunque es incorrecto en el ámbito científico debido a que el vidrio es un sólido amorfo (sus moléculas están dispuestas de forma irregular) y no un sólido cristalino. [1]

2.3 CRISTAR.

CRISTAR O-I, es una planta de Owens Illinois ubicada en la ciudad de Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Colombia; dedicada a la producción de obras de vidrio para la mesa, es decir, vasos, jarras, platos, ensaladeras, copas, entre otros. **Cristar** posee más de 300 moldes diferentes para realizar las obras de vidrio antes mencionadas en máquinas de equipos variables que son rotativas, dichas máquinas pueden ser prensas o **Hardford** – 28.

Cristar cuenta con ocho líneas de producción llamadas **FMU** (Unidad flexible de manufactura), de las cuales cinco FMU cuentan con formadoras **Hardford 28** y otras tres con formadoras **prensa**.

La planta tiene la capacidad de producir diariamente entre 185 y 190 toneladas de vidrio y sus máquinas trabajan con una eficiencia global de aproximadamente entre un 95% y 98%, respecto a el vidrio.

Cristar es dueño del 80% del mercado de cristalería colombiano, pero solo necesita un 30% de su capacidad para suplirlo, el otro 70% de su producción es para exportar a más de 30 países según las necesidades del cliente. Cuenta con una ubicación estratégica pues está a solo 118 kilómetros del muelle de Buenaventura, esto abarata mucho los costos en fletes nacionales.



Imagen 1. Estructura de trabajo Cristar.

La **imagen 1** define la forma de trabajo de Cristar en la cual se considera que todas las áreas de la empresa son áreas de servicio para un solo cliente, las FMU. Todos deben de trabajar para que este cliente este satisfecho de manera completa y asi la eficiencia de la planta no se vea afectada.

Cristar en la actualidad cuenta con un direccionamiento estratégico de calidad el cual comprende básicamente tres ítems. Las directrices de la política de calidad, las reglas de calidad y los objetivos estratégicos de la planta.

2.3.1 Directrices: política de calidad. [7]

Con el propósito de ofrecer soluciones innovadoras y competitivas y constituirnos en el proveedor preferido de Cristalería; en Cristar asumimos los siguientes compromisos:

- Cumplir las obligaciones y requisitos con los grupos de interés.
- Prevenir la manifestación e impacto de los riesgos bajo un enfoque integral que incluya:
 - La respuesta y tratamiento oportuno y responsable a incidentes, no conformidades, near miss, requerimientos, quejas y reclamos.
 - La determinación de las causas y las acciones asociadas para evitar la recurrencia.
 - Las acciones para analizar y abordar de manera sistemática los riesgos.
- Promover la mejora continua del Sistema de Gestión, explorando y explotando nuevas oportunidades para la mejora en el desempeño de productos, servicios y operaciones, relacionado con la calidad, la inocuidad y el medio ambiente.

2.3.2 Reglas de calidad. [7]

Un equipo ganador con nuestros clientes. Es fundamental que ofrezcamos productos y servicios de calidad la que los clientes y los consumidores pueden confiar. Hacerlo una diferencia de la competencia y garantizar nuestro éxito a largo plazo.

A medida que trabajamos en convertirnos en el proveedor preferido de cristalería; debemos unirnos como un equipo, comprometido con estas reglas de calidad:

- **La calidad de responsabilidad de todos.** Cada trabajo en cada área la compañía es importante.
- **Hazlo bien la primera vez.** Independientemente de que tan grande o pequeños sea, cada paso en el proceso es crítico. Siempre debemos dar lo mejor de nosotros.
- **Sé disciplinado, sé confiable.** Asegúrate de conocer los requisitos de calidad de los clientes y seguirlos de manera consistente. Es cuestión de confianza.

2.3.3 Objetivos estratégicos. [7]

Los objetivos de calidad de Cristar cubren tres iniciativas fundamentales enfocadas en la diferenciación y el éxito a largo plazo: Organización Centrada en el Cliente, Excelencia Operacional y Cultura-Competencia-Bienestar.



Imagen 2. Direccionamiento estratégico de calidad. [7]

2.4 FMU (Unidad flexible de manufactura)

Una unidad flexible de manufactura podría definirse como un sistema que tiene la capacidad de realizar un producto desde cero sin necesidad de interrumpir el proceso en ningún momento. Para que las FMU funcionen a la perfección disponen de recursos mecánicos, tecnológicos y humanos que están a disposición de ellas, permitiendo su correcto funcionamiento las 24 horas del día y los 365 días del año.

2.4.1 Recursos mecánicos.

Las Fmu tienen la siguiente distribución.

Equipos principales:

- Feeder (Alimentador de vidrio)
- Equipo de entrega
- Formadora (Prensa o H-28)

- Stretch (Máquina estiradora, solo está presente en dos FMU)
- Burning off machine (Re-quemadora)

Equipos secundarios:

- Sacador de la formadora. (Mecánico o neumático).
- Conveyors (Bandas transportadoras).
- Cargador re-quemadora.
- Descargador re-quemadora.
- Stacker.

2.4.2 Recursos tecnológicos.

- Sensores.
- Actuadores.
- PLC'S
- Sistemas de control.

2.4.4 Recursos Humanos.

Cada FMU tiene personal humano disponible de tiempo completo y de tiempo variable.

El personal humano de tiempo completo es: Un líder Fmu (Ingeniero mecánico), un técnico de línea, dos operarios en línea, tres inspectores de calidad y dos empacadores.

Además, la Fmu cuenta con personal variable que se encuentra en las diferentes áreas de servicio de la empresa, tales como: Cambios de referencia, Reparación máquinas, Reparación de moldes, Reparación eléctrica e instrumentista, Mantenimiento general, Aseo, entre otros. El área en la que se enfoca este documento es en **Reparación máquinas**.

2.5 Reparación máquinas.

Reparación máquinas como área de servicio para las Fmu se debe de encargar del correcto funcionamiento de todos los recursos mecánicos mencionados en el numeral **2.3.1**. El plan de mantenimiento adoptado por la planta es del tipo TPM, y se ha adaptado a esta área , teniendo

una lista de tareas preventivas, y correctivas que se deben realizar mes a mes, tratando de disminuir el mantenimiento correctivo al máximo.

Los elementos mecánicos encontrados en la planta al estar sometidos a altas temperaturas (superiores a los 400 °C), presentan un desgaste muy alto lo cual genera mayores problemas respecto al mantenimiento.

Por lo anterior se deben de tener muy claros los elementos indispensables que componen cada máquina de la FMU.

3. HERRAMIENTAS VIRTUALES UTILIZADAS PARA EL MANTENIMIENTO.

3.1 SIP

SIP, es la plataforma que utiliza O-I (Owens Illinois), para medir la eficiencia de sus plantas en seguridad, calidad y producción. En dicha plataforma se encuentra la planeación de producción de la planta (Rayado), el rayado brinda información acerca de los cambios de referencia.

Los cambios de referencia tienen duraciones entre 40 y 150 minutos entre los cuales se programa el montaje de los equipos variables y en ellos se deben incluir todos los trabajos de mantenimiento que necesiten las máquinas.

El SIP mide la calidad de las áreas de servicio a través de tiempos perdidos, que para el caso de reparación máquinas lo deseado es no superar el 15% anual.

3.2 HOJA DE VIDA.

La hoja de vida debe reportar todo lo que ha sucedido con una máquina en su tiempo de vida útil, todas las modificaciones o cambios que haya tenido y algunas condiciones de operación. En nuestro caso la hoja de vida contiene información valiosa en caso de necesitar un repuesto en cualquiera de los equipos mecánicos de la línea de producción. Realmente el documento que contiene esta información acerca de los equipos en la literatura, se le conoce como tarjeta maestra.

En este ámbito se evidencia una necesidad grande en el área debido a que estos documentos no se actualizan desde hace mucho tiempo y contienen información errónea acerca de medidas de muchos de los repuestos. Además, la información se encuentra plasmada en un formato de texto que hace engorrosa y lenta la búsqueda de cualquier dato acerca de la línea.

También han ocurrido modificaciones en todas las líneas de producción Fmu que no se han plasmado en estos documentos y se vuelve indispensable buscar una solución a dicho problema.

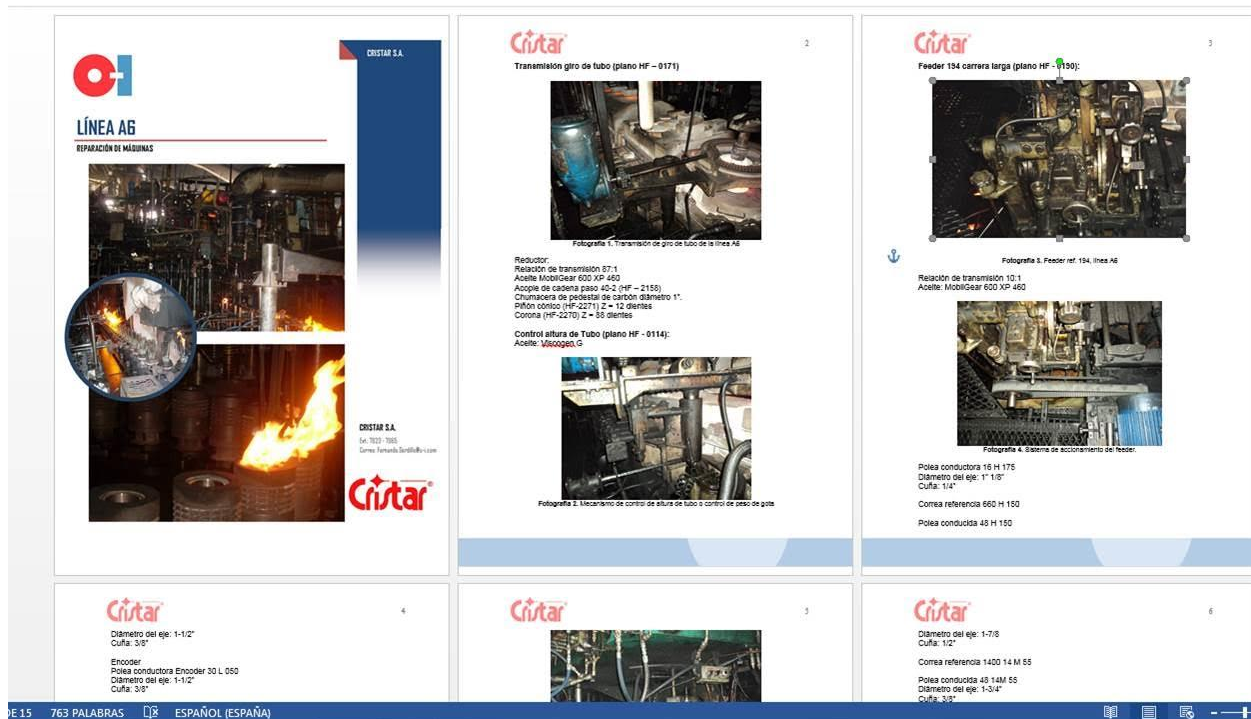


Imagen 3. Formato de hojas de vida.

3.3. FICHA TÉCNICA O TARJETA MAESTRA.

Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- Ficha del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)
- Ficha interna de la máquina (Inspecciones periódicas, reglamentarias, histórico de intervenciones, etc.). [3]

El alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y de la criticidad de cada equipo.

Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

- a) Documentos comerciales que son los utilizados para su adquisición:
 - Oferta
 - Pedido
 - Bono de Recepción

- Referencias servicio post-venta: distribuidor, representante.
- Documentos técnicos suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:
- Características de la máquina
- Condiciones de servicio especificadas
- Lista de repuestos. Intercambiabilidad
- Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos ...
- Dimensiones y Tolerancias de ajuste
- Instrucciones de montaje
- Instrucciones de funcionamiento
- Normas de Seguridad
- Instrucciones de Mantenimiento
- Engrase
- Lubricantes
- Diagnóstico de averías
- Instrucciones de reparación
- Inspecciones, revisiones periódicas
- Lista de útiles específicos
- Referencias de piezas y repuestos recomendados. [3]

Gran parte de esta documentación, imprescindible para ejecutar un buen mantenimiento.

b) Ficha Interna formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo. Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- Codificación
- Condiciones de trabajo reales
- Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- Procedimientos de reparación
- Fichero histórico de la Máquina. [3]

3.4 TAREAS PROGRAMADAS Y PREVENTIVAS.

Utilizando hojas de cálculo, el área de reparación máquinas almacena toda la información acerca del mantenimiento que se le brinda a las Fmu, en el mantenimiento programado se van actualizando tareas realizadas y por realizar que tenga la línea y en el mantenimiento preventivo se presentan todas las inspecciones visuales y de ajustes mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales que se deben realizar, esto de acuerdo a un cronograma establecido.

El mantenimiento programado se alimenta de información con las listas de chequeo semanales y con los informes de turno diarios que deben realizar los mecánicos de línea. Además, en el SIP existe un espacio donde los líderes, el técnico y los operarios de la Fmu pueden consignar tareas.

4. RECOLECCIÓN DE DATOS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN FMU's.

Para poder desarrollar las tarjetas maestras es importante conocer muy bien el proceso productivo y tener claro el funcionamiento de cada uno de los equipos que conforman las líneas de producción y de esta forma conocer los elementos más críticos de cada equipo.

A pesar de que las líneas de producción tienen algunos equipos parecidos, todas ellas poseen variaciones en partes de sus mecanismos lo que implica que muchos de los repuestos solo funcionen en una máquina.

Para la recolección y comparación de datos de las líneas se deben aprovechar los cambios de referencia para poder hacer la toma de medidas lo que hace más demorado y difícil el proceso.

A continuación, se hace una descripción de los diferentes equipos presentes en las Fmu.

4.1 Agitadores.

El sistema de agitadores que permite que el vidrio fundido se mezcle constantemente y no lleguen partes solidas al alimentador. Este sistema es accionado por un motor unido mediante un acople de cadena a un reductor que transmite el giro a tres ejes con aspas que se mueven conjuntamente mediante una cadena permitiendo la mezcla del vidrio. Además, este sistema permite dar color al vidrio en una de las líneas de producción.

Elementos críticos:

- Cadena paso 60-1.
- Chumaceras de tipo pedestal, de carbón.
- Acople motor reductor de araña.
- Acople de cadena limitador de torque.
- Sprockets de las diferentes zonas (conductor, tensor y conducidos).
- Ejes y cuñas.

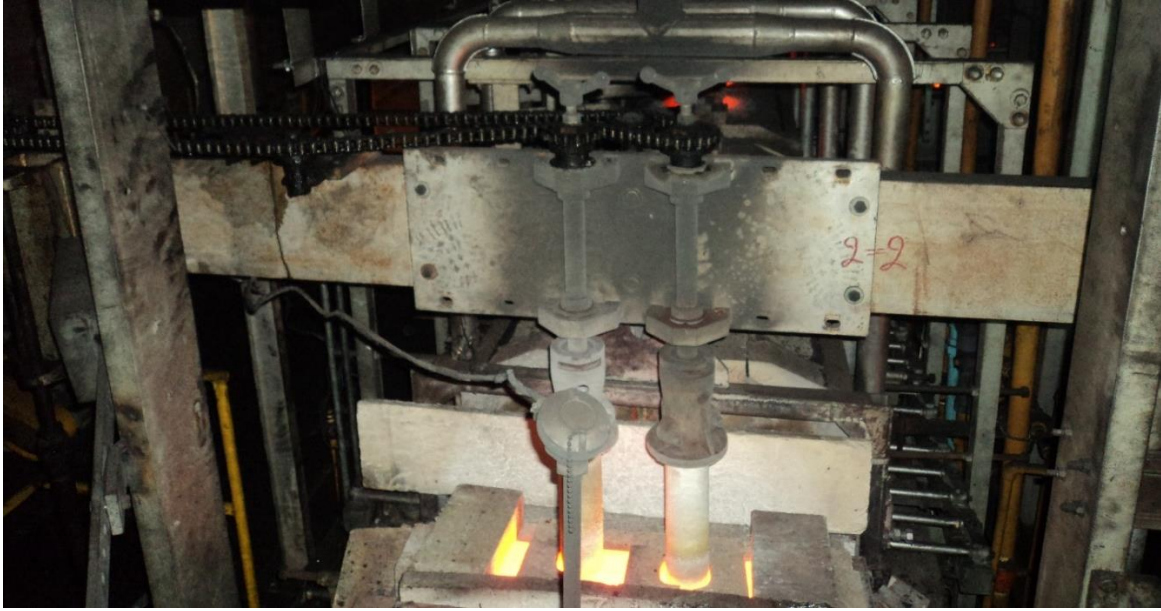


Imagen 4. Banco de agitadores.

4.2 Feeder (Alimentador)

El feeder es el encargado de enviar la cantidad correcta de vidrio para poder realizar la obra, este a su vez está conformado por tres subconjuntos mecánicos el sistema rotacional de tubo, el control de altura de tubo y el diferencial alimentador.

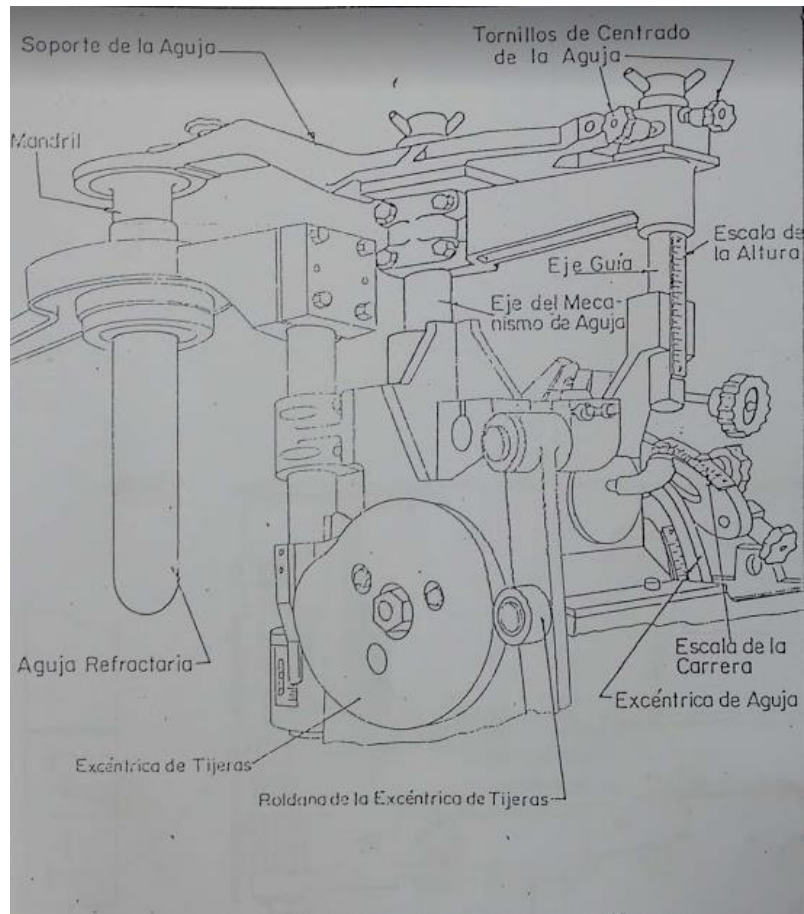


Imagen 5. Mecanismo de aguja. [2]

4.2.1 Sistema rotacional de tubo.

Este sistema se encarga de hacer girar un tubo refractario que permite distribuir bien el flujo de vidrio fundido para no tener variaciones en la forma de la gota. Está conformado por un motor-reductor compacto en algunas líneas y en otras por un motor y un reductor unidos por un acople de araña, luego la salida del reductor se conecta a un acople de cadena que gira un eje con un piñón cónico de 19 dientes que transmite el giro al tubo que tiene acoplado otro piñón cónico de 88 dientes.

Elementos críticos:

- Acople motor reductor de araña, y acople limitador de torque de cadena paso 50-2.
- Eje transmisor de 1".
- Chumacera tipo pedestal de carbón.

- Piñones cónicos conductor y conducido.

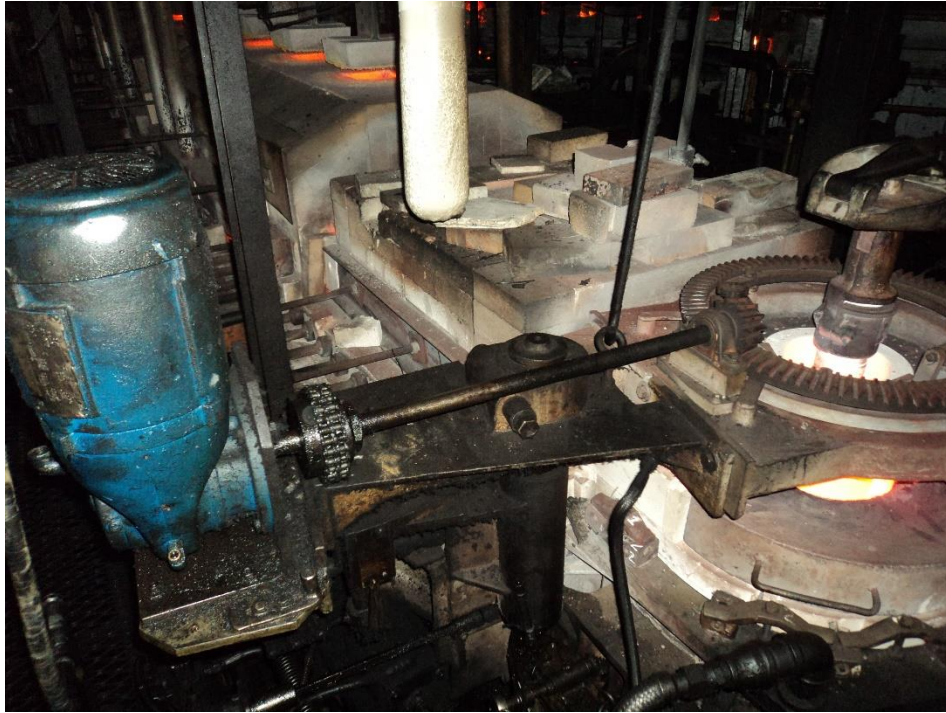


Imagen 6. Sistema rotacional de tubo A-6.

4.2.2 Control de altura de tubo.

El control de altura de tubo permite variar el peso de la gota de vidrio aumentando o disminuyendo el paso de este, funciona como una válvula de paso regulable. Este sistema se gradúa a través de un control remoto con un diferencial.

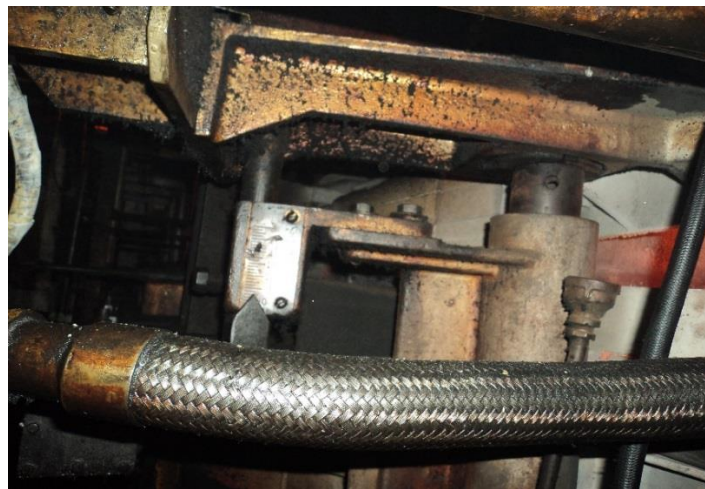


Imagen 7. Control de altura de tubo.

4.2.2 Diferencial alimentador.

El diferencial alimentador es el encargado de empujar el vidrio hacia el equipo de entrega a determinada velocidad y también controla la forma de la gota, esto lo hace por medio de dos mecanismos, el mecanismo de tijeras y el mecanismo de aguja, mientras la aguja empuja el vidrio hacia un orificio de salida el mecanismo de tijeras corta la gota estos sistemas están sincronizados. los dos funcionan con una transmisión por medio de poleas dentadas unida al encoder.

Partes críticas:

- Correas dentadas tipo L (2). Una para la transmisión principal y otra para el encoder.
- Poleas dentadas tipo L (4), dos conductoras y dos conducidas.
- Terminales y pasadores del mecanismo de tijeras.

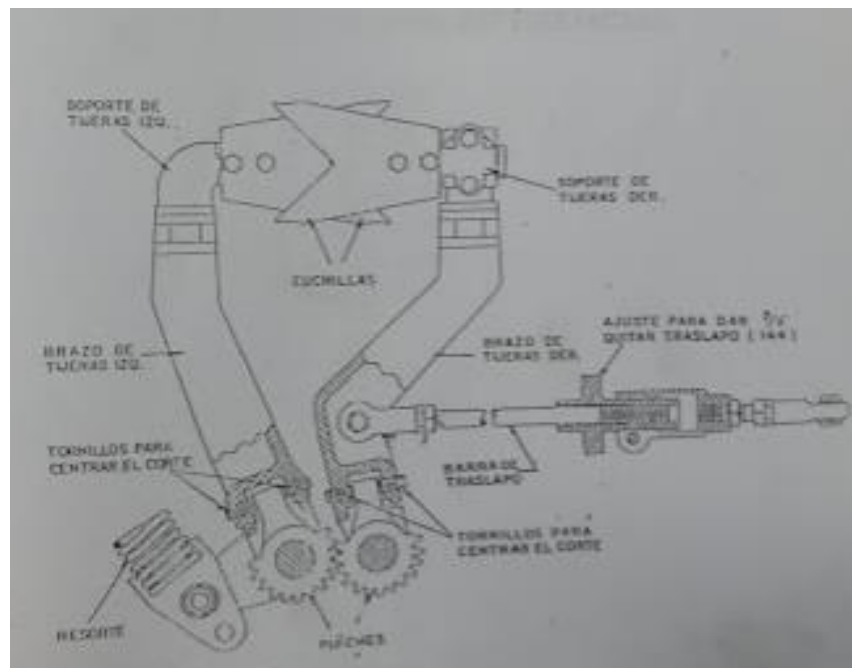


Imagen 8. Mecanismo de tijeras [2].

4.3. EQUIPO DE ENTREGA.

El equipo de entrega es el encargado de dirigir la gota de vidrio hacia el pre-molde en el caso de H-28 o hacia el molde en el caso de máquinas prensa. Este está conformado por la cuchara, la canal y el deflector, para las H-28 se necesita adicionar un sistema de transmisión llamado sistema de transmisión Ferguson que se encarga de convertir el movimiento rotativo de un motor eléctrico en un movimiento oscilatorio graduable a través de un cardán, un mecanismo diferencial con una transmisión de cadena y la transmisión Ferguson que es la que finalmente mueve el chasis del equipo de entrega. Para las formadoras prensa el equipo de entrega es estático, es decir, solo tiene la cuchara, la canal y el deflector en un solo punto.



Imagen 9. Equipo de entrega.

Partes Críticas:

- Transmisión Ferguson
- Acople cardánico transmisión diferencial vs Ferguson.
- Transmisión diferencial con cadena y sprockets paso 50-1.
- Acople de araña motor vs diferencial.

4.4. FORMADORA.

La formadora es el equipo encargado de formar la obra como tal, existen dos tipos de formadora, las prensas y las H-28.

4.4.1. Formadora prensa.

La formadora prensa está compuesta por uno o dos pistones de prensado (Si la máquina es de gota sencilla o doble gota respectivamente), Los pistones de prensado se accionan por una válvula de carrete que permite un flujo de aire a presión regulable generando su desplazamiento y se les adecua una canasta de prensado, una arandela de tolerancia y un macho o plunger, todo este sistema hace posible la formación de la obra.



Imagen 10. Formadora prensa A-1.

Tiene una mesa giratoria de doce o veinticuatro secciones según el número de gotas, la mesa se acciona a través de dos transmisiones, una llamada posidyne y la otra cruz de malta, este conjunto permite que el movimiento giratorio no sea constante y que la máquina pare cada treinta grados de avance haciendo coincidir el pistón de prensado con la moldura para formar la obra.

Después de que la obra se forma continua en la moldura hasta el sacador donde se combina este sistema con el de pistones levanta fondos que se encarga de accionar la válvula de la moldura haciendo sobresalir la obra y permitiendo que el sacador de vacío saque la obra fácilmente.

Partes críticas

- Transmisión posidyne vs motor.
- Poleas y correa dentadas tipo M para la transmisión y tipo L para el encoder.
- Transmisión cruz de malta.

4.4.2. Formadora Hardford Hem- 28 (H-28).

La formadora H-28, es un tambor oscilatorio compuesto de 12 o 18 estaciones idénticas e independientes que, con un conjunto de excéntricas ubicadas en el tambor, accionan todos los mecanismos de la estación, a través de un embielado ubicado en la parte posterior.

Cada estación recibe la gota de vidrio en el pre-molde del mecanismo de pre-molde. Luego prensa la obra con un sistema compuesto por el mecanismo de macho y el de pre-molde, este se mueve por una acción neumática que permite el desplazamiento de los pistones de ellos. Después de prensar la obra queda sostenida en la boquillera y entra el mecanismo de sopladora que se encarga de expandir el vidrio hacia los bordes del molde dándole la forma que necesite la obra.

El sistema de movimiento del tambor de la formadora se da a través de un motor que acciona un reductor por medio de poleas y este reductor a su vez está conectado a la transmisión principal por medio de un cardán haciendo girar el chasis de la formadora.

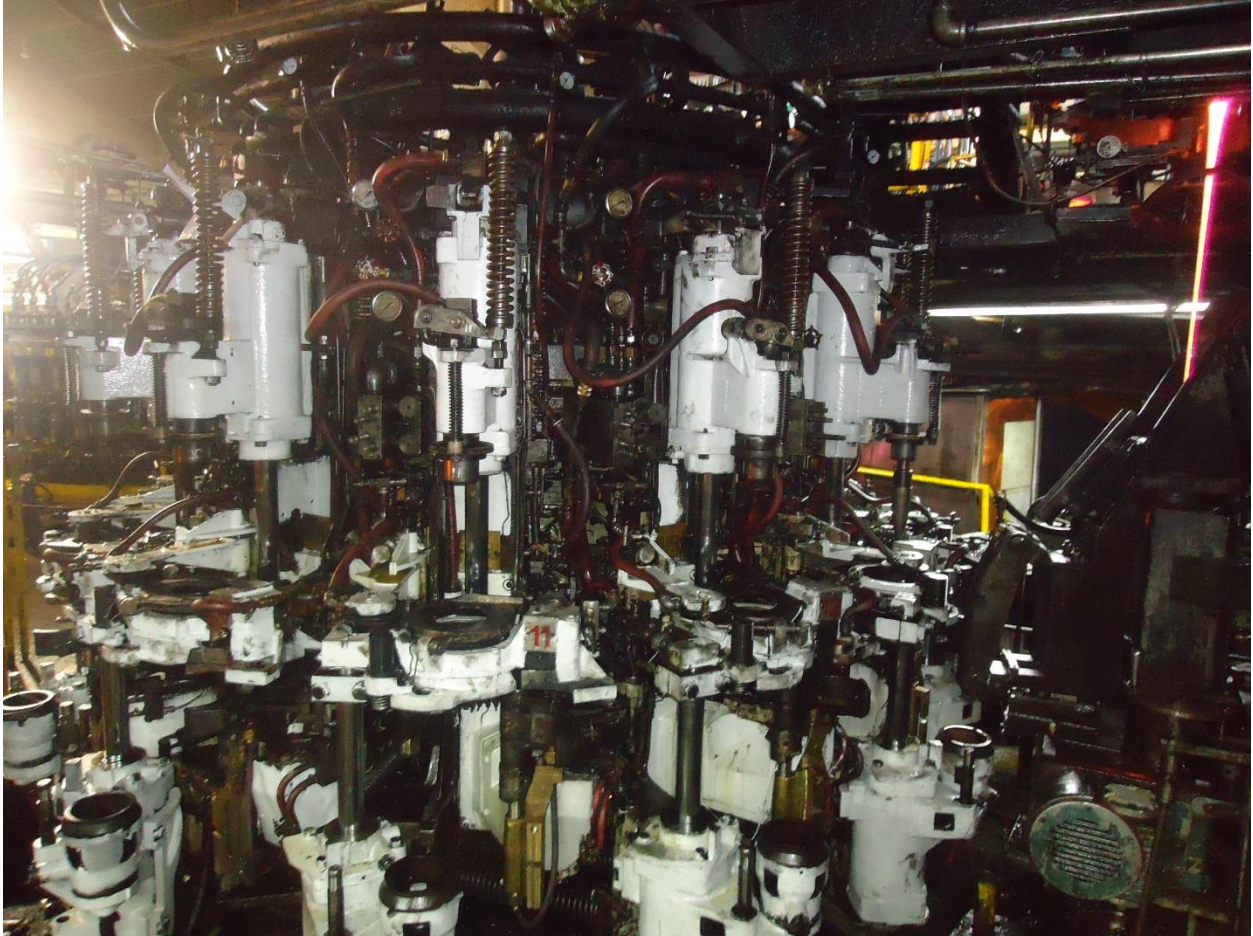


Imagen 11. Formadora Hem-28 A-5.

Partes críticas

- Transmisión vs motor.
- Poleas y correa dentadas tipo M para la transmisión y tipo L para el encoder.
- Cardán transmisión vs transmisión principal.
- Transmisión principal.

4.5. SACADOR.

Existen dos tipos de sacador, uno neumático y uno mecánico, para prensa y H-28 respectivamente.

4.5.1. Sacador neumático

El sacador neumático está conformado por dos pistones uno horizontal y uno vertical, permitiendo que se acerque a la obra moviéndose en estas dos direcciones. Este también posee un chupete al cual se conecta una línea de vacío que succiona la obra permitiendo el agarre de esta.

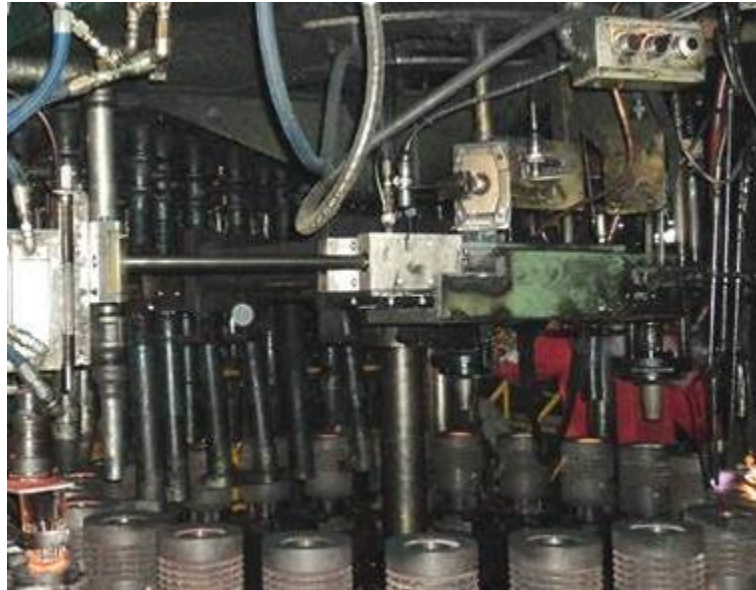


Imagen 12. Sacador neumático A-6.

Partes críticas:

- Pistón neumático Festo o Neumatic.

4.5.2. Sacador mecánico.

El sacador mecánico es un sistema rotativo compuesto por seis o nueve mecanismos de pinza que poseen unos rodamientos que se utilizan como seguidores de una excéntrica permitiendo la apertura y el cierre de los mismos sincrónicamente con la formadora, este se acciona con un juego de engranajes conectados a la formadora.



Imagen 13. Sacador mecánico A-2.

Partes críticas:

-Toma formadora vs sacador.

4.6. CONVEYORS.

Los conveyors son las bandas transportadoras para las obras las líneas en formación tienen entre uno y cuatro conveyors, cada uno está accionado por un moto-reductor unido con un acople de cadena a el rodillo conductor de la banda que en realidad es una cadena de acero con un paso especial y ancho especial, que permite su funcionamiento a altas temperaturas (Estas siempre mantienen temperaturas superiores a los 300°C.

Partes críticas:

- Acople limitador de torque de cadena paso 50-2 moto reductor vs eje piñón conductor
- Sprocket conductor y conducido LBT.
- Malla o cadena tipo PSL.
- Chumaceras tipo flange de carbón.



Imagen 14. Conveyor largo A-1.

4.7 CARGADOR Y DESCARGADOR STRECTCH.

Este es un sistema acoplado a la máquina stretch a través de un cardan que funciona de la misma manera que el sacador.

Partes Críticas:

- Cadena de transmisión de potencia paso 60
- Acople cardánico
- Toma de transmisión.

4.8 STRETCH.

La stretch o máquina estiradora está presente en dos de las líneas de producción de la planta, esta se encarga de hacerle las patas a las copas, funciona con un sistema de dos ejes uno superior y uno inferior que giran solidariamente a través de un sistema de cadena conectado a los 36 ejes superiores e inferiores. Los ejes superiores solo giran y su altura es fija mientras los ejes

inferiores poseen seguidores que siguen una excéntrica para variar su altura y poder generar la pata estirada que requiere la obra.

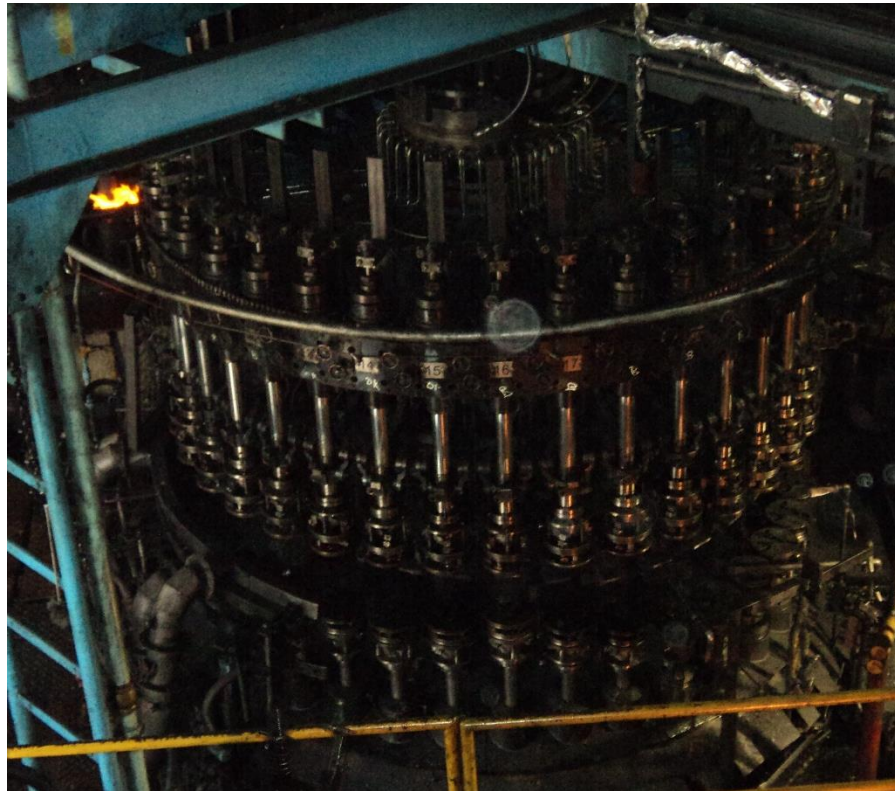


Imagen 15. Máquina stretch A-7

Partes Críticas:

- Transmisión de giro de spindle superior e inferior.
- Cadena paso 60 (Para el giro de sindle)
- Acople motor vs reductor transmisión giro de spindle.
- Transmisión principal stretch.
- Poleas y correas tipo M para la transmisión principal y tipo L para el encoder.



Imagen 16. Estiramiento de obra en stretch.

4.9 CARGADOR Y DESCARGADOR REQUEMADORA.

Este es un sistema acoplado a la máquina re-quemadora a través de una transmisión de cadena que funciona de la misma manera que el sacador.

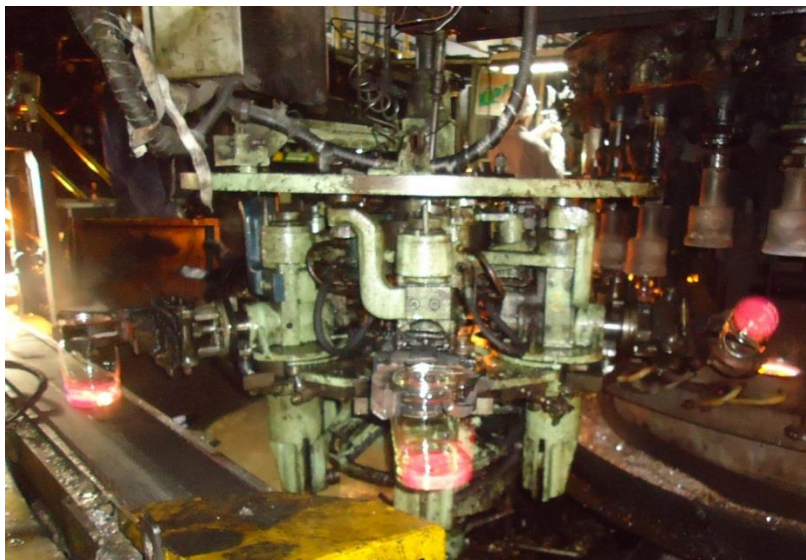


Imagen 17. Cargador re-quemadora.

4.10. REQUEMADORA.

La re-quemadora es la encargada de dar el acabado final al borde de las obras por medio de unos quemadores que combinan oxígeno y gas natural, este se dirige directamente al punto donde lo necesite la obra dando como resultados bordes finos y sin filos.

4.10.1 Re-quemadora Eldred.

La **re-quemadora** para **H-28** es accionada por un motor, un reductor y una transmisión Ohio, que permiten un movimiento rotativo del conjunto (Es una mesa giratoria que tiene de 18 a 36 secciones de requemado según la línea), además cada sección posee un eje giratorio el cual está conectado a una cadena por medio de una corona dentada permitiendo que el total de secciones giren a la par, este sistema se conoce como sistema de giro de spindle y es movido por un moto-reductor. En esta re-quemadora además de pulir el borde se corta la parte sobrante del vaso conocida como moile.

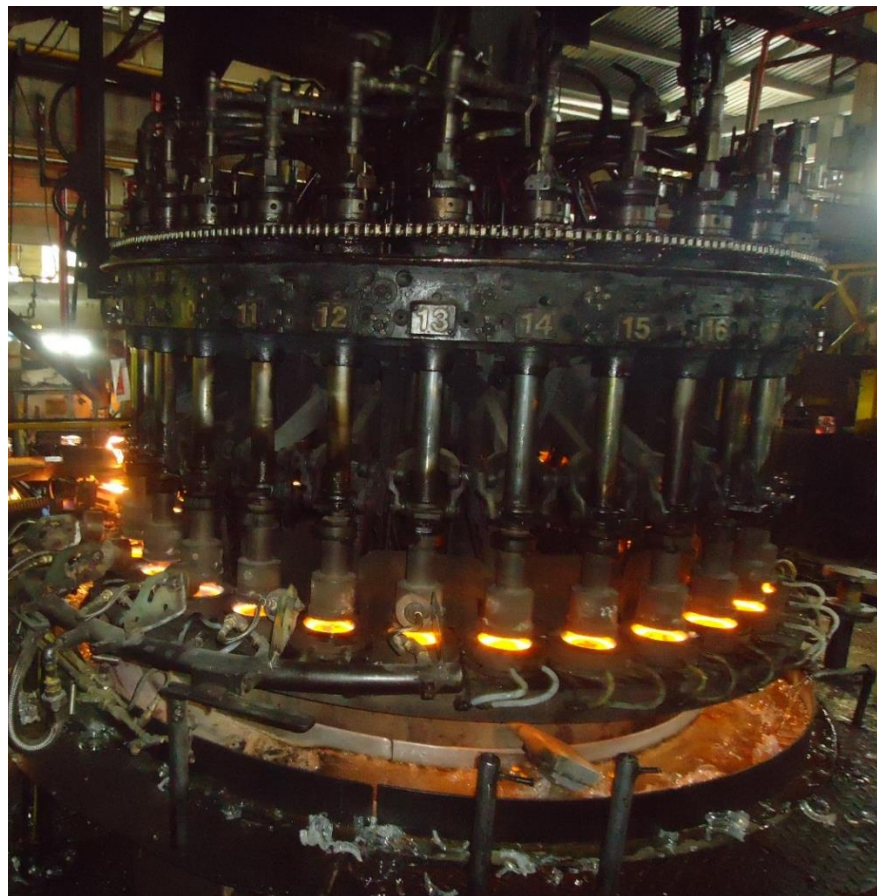


Imagen 18. Re-quemadora Eldred (Burning of machine).

Partes críticas:

- Transmisión de giro de spindle.
- Cadena paso 60 de transmisión de giro de spindle.
- Sprockets y coronas del giro de spindle.
- Transmisión principal re-quemadora.
- Transmisión Ohio re-quemadora
- Acople cardánico.

4.10.2 Re-quemadora prensa.

La **re-quemadora** para **prensas** utiliza unos sistemas de patines que siguen una guía, cada patín tiene un porta-artículos giratorio que se conecta a un sistema de giro de spindle al momento que la obra llega a los quemadores, en estas máquinas no hay corte de vidrio.



Imagen 19. Re-quemadora prensa A-6.

Partes Críticas:

- Ejes prota-artículos
- Transmisiones de las zonas de giro de spindle (2 zonas)
- Cadena paso 60 de giro de spindle.
- Coronas y sprockets de giro de spindle.
- Transmisión de la mesa re-quemadora.

4.11. STACKER.

El stacker permite empujar las obras por medio de una barra al archa de recocido. Funciona por una transmisión con poleas que permite el giro de dos excéntricas idénticas, una a cada lado del stacker cambiando el movimiento de la barra.



Imagen 20. Stacker.

Partes Críticas.

- Transmisión del stacker.
- Poleas dentadas y correa tipo L

- Acople de cadena paso 50-2 limitador de torque.
- Chumaceras tipo pedestal de carbón.

5. LUBRICACIÓN.

En un proceso como el de Cristar S.A. la lubricación es esencial debido a que todos los elementos de la planta están sometidos a altas temperaturas. Debido a esto se utilizan lubricantes especiales para la industria del vidrio. Para transmisiones se utiliza Mobil Gear 600 XP 460, para las máquinas en general o distribución principal se utiliza Proquimsa, para lubricación de ejes y quemadoras se utiliza H y D bio 220 y para lubricación y refrigeración de tijeras de corte de gota de vidrio se utiliza una mezcla de agua con biosoluble y un bactericida llamado exro (hipoclorito de sodio).

5.1. Mobil Gear 600 XP 460.

Los Mobilgear Serie 600 XP son aceites para engranes de extra alto desempeño que poseen sobresalientes características de extrema presión y capacidad de carga, diseñados para ser usados en todo tipo de transmisiones de engranes encerrados con sistemas de lubricación de circulación o chapoteo. La serie de aceites Mobilgear 600 XP está diseñada para mantenerse a la vanguardia de las cambiantes necesidades de la tecnología de cajas de engranes. Las tendencias de diseño de las cajas de engranes se están orientando hacia unidades más pequeñas con similar manejo de potencia. Este aumento en la densidad de potencia presenta mayores demandas sobre los aceites para engranes. Los aceites de la serie Mobilgear 600 XP están formulados para enfrentar el esfuerzo brindando protección extra para los engranes, cojinetes y sellos. [4]

5.2 H y D Bio 220.

Se recomienda usar estos lubricantes sintéticos 100% a base de éster en cadenas de hornos de pastelerías y de secar, máquinas para estirar y secar textiles, cadenas de tratamiento térmico, cadenas de hornos para el curado de pintura y cualquier otro tipo de aplicaciones de cojinetes/deslizadores/cajas de cambio donde estén expuestos a altas temperaturas de operación y se deba mantener una superficie bien limpia y lubricada. Eficacia comprobada en aplicaciones con temperaturas superiores a 600°F / 316°C. [5]

5.3 Biosol – Blue.

Biosol Blue es un lubricante a base de aceite animal que se diluye en agua y se pulveriza sobre las cuchillas de corte a fin de refrigerarlas y lubricarlas. Biosol Blue es similar al Biosol L con la diferencia de que el Biosol Blue contiene surfactantes especiales que contribuyen a mantener limpia la línea y los filtros. Deberán tomarse algunas precauciones especiales para asegurarnos de un rendimiento óptimo. La más importante de todas es la de mantener el agua a una temperatura superior a 20°C [68°F], y de usar agua que tuviera una dureza inferior a 20 ppm de calcio y mantener el Total de Sólidos Disueltos por debajo de los 150 ppm. [6]

5.4 Proquimsa hidráulico especial AW.

Aceite industrial elaborado con mezclas de bases lubricantes parafínicas de alta calidad y un paquete de aditivos que le imparte gran resistencia a la oxidación y efectiva protección antifricción y anti desgaste. Este aceite tiene excelentes propiedades anti-desgaste, alta resistencia a la oxidación, baja compresibilidad, excelente estabilidad térmica, también lubrica y protege las piezas contra la herrumbre y la corrosión, tiene buena demulsibilidad., buenas propiedades antiespumantes y excelente filtrabilidad. [9].

6. REDISEÑO DEL FORMATO PARA PRESENTACIÓN DE LAS TARJETAS MAESTRAS.

Para la actualización de las fichas técnicas de las líneas de producción se cambia el formato anterior de texto por un formato en hojas de cálculo el cual permite organizar y estructurar de una manera mucho más eficiente el contenido de las mismas. Se implementan pestañas desplegables que nos permiten dirigirnos más rápidamente a la información de los diferentes equipos de cada FMU. Además de adicionar la información actualizada de cada uno de los datos de las partes críticas de las diferentes máquinas.

1	LINEA DE PRODUCCIÓN A-6
2	TRANSMISIÓN DE GIRO DE TUBO (PLANO HF - 0171)
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	CONTROL DE ALTURA DE TUBO (PLANO HF - 0114)
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	FEEDER 194 CARRERA CORTA (PLANO HF - 0190)
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	
101	
102	
103	
104	
105	
106	
107	
108	
109	
110	
111	
112	
113	
114	
115	
116	
117	
118	
119	
120	
121	
122	
123	
124	
125	
126	
127	
128	
129	
130	
131	
132	
133	
134	
135	
136	
137	
138	
139	
140	
141	
142	
143	
144	
145	
146	
147	
148	
149	
150	
151	
152	
153	
154	
155	
156	
157	
158	
159	
160	
161	
162	
163	
164	
165	
166	
167	
168	
169	
170	
171	
172	
173	
174	
175	
176	
177	
178	
179	
180	
181	
182	
183	
184	
185	
186	
187	
188	
189	
190	
191	
192	
193	
194	
195	
196	
197	
198	
199	
200	

Imagen 21. Formato de tarjetas maestras de las líneas de producción.

Este mismo formato se utiliza para todas las ocho líneas de producción de la planta según sus diferentes equipos y variaciones de funcionamiento.

7. IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE BASE DE DATOS ACCES PARA ACCEDER A LA INFORMACIÓN RELEVANTE DEL ÁREA.

El área de reparación máquinas posee información vital para su funcionamiento que se ha ido acumulando a lo largo de los años, pero no todos los involucrados tienen conocimiento de cómo acceder a esta información. Debido a esta necesidad se busca la forma de implementar la utilización de formularios para que los mecánicos de línea y técnicos de reparación máquinas accedan fácilmente a dichos documentos permitiendo así una retroalimentación más fácil y clara del mantenimiento y de las necesidades del área. Además, en esta base de datos se incluyen los archivos necesarios para el desarrollo de las tareas del practicante.

Esta base de datos contiene:

- Toda la información del mantenimiento programado de reparación máquinas. Trabajos realizados, trabajos pendientes, trabajos programados. Quien los informa, fecha de informe, fechas de programación y ejecución y personal que realiza las tareas.
- Información del mantenimiento preventivo de todos los equipos, periodicidad de ejecución de las tareas y trabajos relevantes que se hacen a las máquinas.
- Tarjetas maestras de las líneas de producción.
- Reparación de estaciones H-28.
- Plantilla de la orden de trabajo para los cambios de referencia.
- Formato para listas de chequeo semanales de las FMU y formato para lista de chequeo de lubricación. Además del registro de entregas de las mismas.
- Formato de consumos semanales de los insumos necesarios para el área (Guantes, grasa, aceites, tubería, entre otros).

Registro de tiempos perdidos y acciones correctivas para los tiempos perdidos superiores a quince minutos CTP.

Archivos con la información para los cambios de equipo variable en prensa y en H-28. Estos permiten el alistamiento de equipos según el programa de producción.

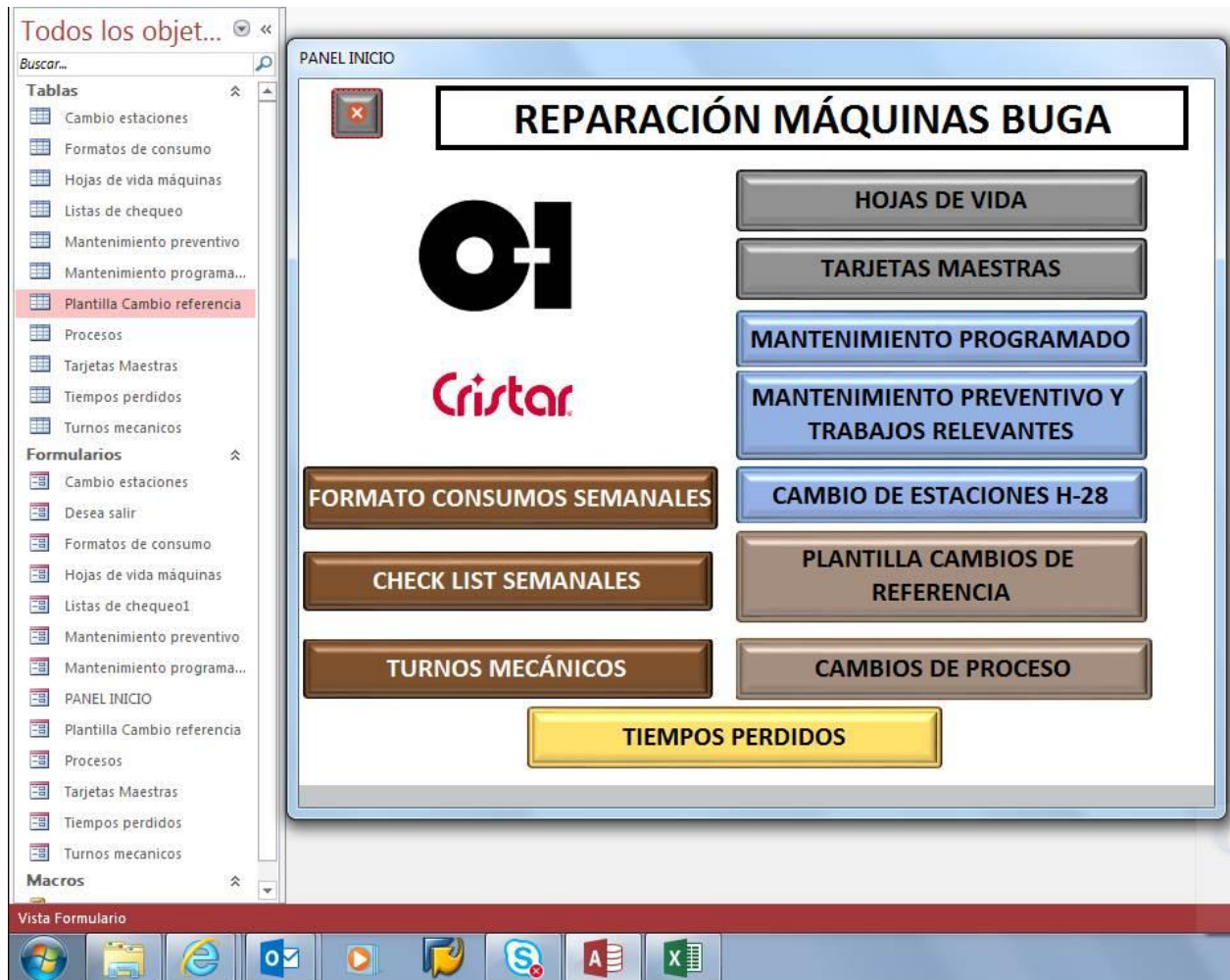


Imagen 22. Pantallazo base de datos acces reparación máquinas.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se logran conocer claramente las ocho líneas de producción de la planta en cuestiones mecánicas y de operación. Se identifican claramente todos los equipos de cada línea y sus elementos críticos para el funcionamiento. Además se logra aprender a coordinar y ejecutar tareas de mantenimiento preventivo y programado de las líneas de producción según las necesidades del área de reparación máquinas.
- Durante las paradas programadas o cambios de referencia establecidos en el rayado de producción se aprovecha para la toma de datos de los componentes críticos de las líneas de producción tales como poleas, correas, sprockets, cadenas, transmisiones, diámetros de ejes entre otros. Se establecen estrategias para la toma de datos según el plan de producción debido a que no se pueden tomar medidas con la máquina en movimiento.
- Se utiliza la herramienta de hojas de cálculo de office, Excel, para crear un formato de fácil uso a la hora de buscar información para las líneas de producción. Este utiliza ventanas desplegables las cuales permiten ver más rápidamente la información de los equipos, además se hace una estructura organizada que permite una mejor y más didáctica visualización de la información.
- Se logra conocer el funcionamiento del puesto de trabajo del técnico en reparación de máquinas y del practicante pudiendo así incluir toda la información necesaria para realizar y documentar sus labores en una aplicación de base de datos con la ayuda de la herramienta de office acces, utilizando formularios, tablas y macros. Se incluyen en dicha base de datos información de mantenimiento preventivo y programado, de cambios de equipo variable, formatos de órdenes de trabajo, formatos de consumo y tarjetas maestras. Esta nueva herramienta facilita la ejecución de los trabajos en los puestos mencionados.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] GILLMAN, Federico. “LOS GRANDES INVENTOS. Fabricación y elaboración del vidrio” Editorial Maxtor, 2006.
- [2] Cristar S.A. “Manual operativo del feeder O-I”. Universidad del vidrio. Guadalajara de Buga.
- [3] DÍAZ. N. Juan. “Técnicas de mantenimiento industrial”. Calpe Institute of Technology. 2010.
- [4] Exxon mobil corporation. “Catalogo lubricantes serie XP 460” Lima Perú, 2015.
- [5] Lubriplate. “Líquidos sintéticos 68 y 220 para altas temperaturas” en línea, disponible en <https://www.lubriplate.com/Products/Multi-Purpose-Gear,-Bearing,-Chain-Recirculating-F/Synthetic-High-Temp-Fluids-68-and-220.html?lang=Espanol>. Consultado el 05.11.2017.
- [6] ELNA INTERNATIONAL “Biosol blue, datos técnicos” Total lubricants USA. Noviembre de 2002.
- [7] CRISTAR O-I “Manual direccionamiento estratégico de calidad Cristar SAS”. O-I Buga Plant 2017.
- [8] Servicio informático Universidad de Córdoba. “Curso de Microsoft Access” Argentina, 2004.
- [9] Proquimsa “Ficha técnica Proquimsa hidráulico especial AW” Lubricantes Proquimsa, Santander